

Diseño del sistema eléctrico del proyecto industrial y comercial "Centro de experiencia regional del café" de la fundación nacional de cafeteros, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa (NTC 2050) y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas vigentes en Colombia (RETIE).

Jhon Alfredo Caceres Maldonado

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero eléctrico

Director

Rolando Andrés Rincón Saravia

MBA. Magister en Dirección de Empresas

Codirector (Opcional)

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

PhD. en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería eléctrica

Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de grado, en primer lugar, a Dios, por guiarme y darme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta. A mis padres, quienes han sido la base y el pilar fundamental de este logro. Gracias a su formación, amor y ejemplo, lograron sembrar en mí la fuerza para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Su apoyo incondicional, tanto emocional como económico, fue clave para continuar este camino y culminar este gran objetivo.

### **Agradecimientos**

“El coraje no es tener la fortaleza de seguir adelante; es seguir adelante cuando no tienes la fuerza” Theodore Roosevelt (2026).

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos, en primera instancia, a Dios, por brindarme la fuerza, la voluntad, la salud y el conocimiento necesarios para culminar esta importante etapa de mi vida profesional.

A mi padre, José Alfredo Cáceres Rojas, por inculcarme una formación basada en la ética, la honestidad y la perseverancia, principios que han sido fundamentales en la construcción de mi carácter personal y profesional. A mi madre, Donelia Maldonado Contreras, por su amor, apoyo incondicional y nobleza, los cuales fueron esenciales para no rendirme en los momentos difíciles durante este proceso formativo.

A mis hermanos, Oscar Cáceres Maldonado, Angie Cáceres Maldonado, Alejandro Cáceres Maldonado, Ángel David Cáceres y Salomé Cáceres Maldonado, por su cariño constante y por darme la oportunidad de ser un ejemplo a seguir, fortaleciendo en mí la determinación y el compromiso para alcanzar mis metas.

A mi novia, por su apoyo, motivación y acompañamiento, los cuales fueron clave para mantenerme enfocado en el cumplimiento de este objetivo. Finalmente, a todos mis amigos y profesores que hicieron parte de este proceso, por su apoyo, enseñanza y acompañamiento, contribuyendo de manera significativa a la consecución de este logro, que más que mío, también es de ustedes.

## Tabla de contenido

Introducción .....	17
1. Objetivos .....	19
1.1 Objetivo General .....	19
1.2 Objetivos Específicos .....	19
2.1 Descripción general del proyecto .....	20
2.2 Marco normativo aplicable.....	23
2.3 Levantamiento de información técnica .....	26
2.4 Cálculo de carga instalada y demanda proyectada.....	28
2.5 Diseño detallado según RETIE .....	30
2.5.1 <i>Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos (aplica)</i> .....	33
2.5.2 <i>Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección. (Aplica)</i> .....	33
2.5.3 <i>Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos. (aplica)</i> .....	34
2.5.4 <i>Coordinación de aislamiento eléctrico. (Aplica)</i> .....	35

2.5.5	<i>Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra. (no aplica)</i> .....	35
2.5.6	<i>Análisis del nivel tensión requerido (no aplica)</i> .....	36
2.5.7	<i>Cálculos de campos electromagnéticos (no aplica)</i> .....	36
2.5.8	<i>Cálculo de transformadores (armónicos y FP). (Aplica)</i> .....	36
2.5.9	<i>Sistema de puesta a tierra – (Aplica)</i> .....	36
2.5.10	<i>Cálculo económico de conductores – (Aplica)</i> .....	37
2.5.11	Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente – (no aplica).....	37
2.5.12	<i>Cálculo mecánico de estructuras – (No aplica)</i> .....	37
2.5.13	<i>Coordinación de protecciones – (Aplica)</i> .....	37
2.5.14	<i>Cálculos de canalizaciones – (Aplica)</i> .....	38
2.5.15	<i>Cálculo de pérdidas de energía– (Aplica)</i> .....	38
2.5.16	<i>Regulación de tensión – (Aplica)</i> .....	38
2.5.17	<i>Áreas clasificadas como peligrosas – (No aplica)</i> .....	38
2.5.18	<i>Diagramas unifilares – (Aplica)</i> .....	39

2.5.19	<i>Planos eléctricos para construcción – (Aplica)</i> .....	39
2.5.20	<i>Especificaciones técnicas – (Aplica)</i> .....	39
2.5.21	<i>Distancias de seguridad – (Aplica)</i> .....	40
2.5.22	<i>Justificación de desviaciones técnicas – (No aplica)</i> .....	40
2.5.23	<i>Estudios adicionales – (No aplica)</i> .....	40
2.5.24	<i>Equipos de generación de energía (No aplica)</i> .....	40
3.	Capítulo 2: Diseño fotométrico del centro de experiencia regional del café .....	41
3.1	Estudio del proyecto .....	41
3.2	Determinación de Áreas .....	41
3.2	Presentación de luminarias .....	44
4.1	Solicitud del servicio .....	47
4.2	Requisitos para solicitud de conexión .....	48
4.3	Requisitos condicionales .....	48
4.4	Medios de solicitud de conexión compleja y tiempos de respuesta .....	49
4.5	Revisión de diseño .....	49
4.6	Requisitos para revisión de diseño .....	50

4.8 Medios de solicitud de revisión de proyecto y tiempos de respuesta.....	52
4.9 Entrega de resultados de revisión de proyecto .....	53
Referencias Bibliográficas.....	55

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Demanda proyectada.	30
<b>Tabla 2.</b> Descripción de zonas.	42

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Factores de demanda del proyecto. ....	29
<b>Figura 2.</b> Ítems de cumplimiento para el diseño detallado según RETIE.....	32
<b>Figura 3.</b> Zonas del proyecto .....	43
<b>Figura 4.</b> Led zonas sociales y baños.....	44
<b>Figura 5.</b> Luminaria led zona almacén de café seco. ....	45
<b>Figura 6.</b> Luminaria led zonas de trabajo. ....	45

## **Lista de Apéndices**

### **Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional**

**Apéndice A.** Cuadro de cargas.

**Apéndice B.** Cuadro de cargas industriales.

**Apéndice C.** Memoria de cálculos.

**Apéndice D.** Cálculos SPT.

**Apéndice E.** Cuadro de regulación y perdida.

**Apéndice F.** Cálculo de canalizaciones y disponibilidad.

**Apéndice G.** Diagramas unifilares.

**Apéndice H.** Ficha transformador y celdas.

**Apéndice I.** Planos eléctricos constructivos.

**Apéndice J.** Informe fotométrico.

**Apéndice K.** Informe Dialux Evo.

**Apéndice L.** Formato FPSA 127 autorización de canales de contacto.

**Apéndice M.** Formato de solicitud del servicio.

**Apéndice N.** Condiciones de prestación de servicios ESSA.

**Apéndice O.** Formato de revisión de proyecto.

**Apéndice P.** Autorización para presentación de diseño.

**Apéndice Q.** Factibilidad aprobada.

**Apéndice R.** Evidencia fotográfica.

**Apéndice S.** Compromiso de practica empresarial como modalidad de trabajo de grado.

**Apéndice T.** Minuta convenio practica empresarial como modalidad de trabajo de grado.

**Apéndice U.** Certificación de acompañamiento en criterios de diseño.

## Glosario

**Acometida:** derivación de la red local que conecta la instalación eléctrica a la red de distribución, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor principal, para los efectos del presente Reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

**Apoyo:** nombre dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructura.

**Bóveda:** encerramiento dentro de un edificio con acceso sólo para personas competentes, reforzado para resistir el fuego, sobre o bajo el nivel del terreno, que aloja transformadores de potencia para uso interior aislados en aceite, secos de más de 112,5 kVA o de tensión nominal mayor a 35 kV. Posee aberturas controladas (para acceso y ventilación) y selladas (para entrada y salida de canalizaciones y conductores)

**Cable:** conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

**Calidad:** conjunto de propiedades inherentes a un producto o un servicio que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie.

**Canalizaciones:** canales de materiales metálicos o no metálicos, diseñados para alojar alambres, cables o barras.

**Carga:** la potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

**Capacidad de corriente:** corriente máxima que transporta continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

**Circuito eléctrico:** lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobre corrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos. Deben ser de modo diferencial (por conductores activos) o de modo común (por conductores activos y de tierra).

**Comité de normalización:** conjunto interdisciplinario de profesionales integrado por representantes de la industria, consumidores e intereses generales, que mediante consenso establecen requisitos fundamentales de calidad, seguridad, protección a la salud y al medio ambiente para productos, procesos o sistemas.

**Confiabilidad:** capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dado, también llamado fiabilidad.

**Corriente eléctrica:** es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

**Cuarto eléctrico:** recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares.

**Disponibilidad:** certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Calidad para operar normalmente.

**Distribución de energía eléctrica:** transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

**Electricidad:** el conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio.

**Equipo:** Término general que incluye materiales, herrajes, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos, maquinaria y similares utilizados como parte de, o en conexión con una instalación eléctrica.

**Etapas constructivas:** es el periodo de tiempo desde el inicio de obra de la construcción de la instalación eléctrica hasta su finalización de acuerdo con lo diseñado.

**Fase:** designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Instalación eléctrica:** montaje de equipos eléctricos que se emplea para la generación, transmisión, conversión, distribución y/o uso final de la energía eléctrica.

**Norma técnica colombiana – NTC:** norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

**Operador de red:** empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

**Red de transmisión:** conjunto de líneas de alta y extra alta tensión con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales.

**Requisito:** precepto, condición o prescripción que debe ser cumplida, es decir que su cumplimiento es obligatorio.

## Resumen

**Título:** Diseño del sistema eléctrico del proyecto industrial y comercial "Centro de experiencia regional del café" de la fundación nacional de cafeteros, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa (NTC 2050) y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas vigentes en Colombia (RETIE).

**Autor:** Jhon Alfredo Caceres Maldonado

**Palabras Clave:** Calidad, eficiencia y industrial

**Descripción:** El presente proyecto tiene como finalidad diseñar el sistema eléctrico del Centro de Experiencia Regional del Café de la Fundación Nacional de Cafeteros, ubicado en Bucaramanga, Santander. Este centro busca ofrecer a los visitantes una experiencia integral del proceso del café, desde la recepción del grano seco hasta su preparación y consumo final, mediante la adecuación de un espacio de aproximadamente 378 m<sup>2</sup> dentro de una bodega existente. La instalación eléctrica actual presenta más de quince años de funcionamiento, con limitaciones en capacidad, eficiencia y cumplimiento de la normativa vigente, lo que dificulta el desarrollo del proyecto y genera riesgos operativos. Por ello, se requiere un diseño eléctrico que garantice un suministro de energía seguro, confiable y acorde con las nuevas necesidades de la infraestructura.

---

Trabajo de Grado

Facultad de Ingeniería eléctrica. Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones. Director:

Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones. MBA. Magister en Dirección de Empresas. Codirector:

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD. en Ingeniería.

### Abstract

**Title:** Design of the electrical system of the industrial and commercial project "Regional Coffee Experience Center" of the National Coffee Growers Foundation, complying with the requirements established in the regulations (NTC 2050) and the technical regulations for electrical installations in force in Colombia (RETIE).

**Author:** Jhon Alfredo Caceres Maldonado

**Key Words:** Quality, efficiency and industrial

**Description:** The purpose of this project is to design the electrical system for the National Coffee Growers Foundation's Regional Coffee Experience Center, located in Bucaramanga, Santander. This center aims to offer visitors a comprehensive experience of the coffee process, from receiving the dried beans to their preparation and final consumption, by adapting a space of approximately 378 m<sup>2</sup> within an existing warehouse. The current electrical installation is over fifteen years old and has limitations in capacity, efficiency, and compliance with current regulations, which hinders the project's development and creates operational risks. Therefore, an electrical design is required that guarantees a safe and reliable power supply that meets the new infrastructure needs.

---

Thesis

Faculty of Electrical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Director: Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. MBA. Master in Business Administration. Co-director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD in Engineering.

## Introducción

En la calle 17 # 14-48 centro de Bucaramanga, Santander, se encuentra una bodega administrada por la “Fundación Nacional de Cafeteros”, la cual funciona como centro de almacenamiento, recaudo y compra de café seco. Desde este punto, el café es transportado a diferentes destinos a nivel nacional e internacional. La bodega está dividida en dos zonas las cuales cuentan con dos instalaciones eléctricas independientes, cada una con su respectiva cuenta ante el operador de red ESSA.

los administradores tienen proyectada la creación de un Centro de Experiencia Regional del Café en una de las dos áreas de la edificación, destinando para ello un espacio aproximado de 378 m<sup>2</sup>. En esta zona se llevará a cabo una obra civil para adecuar espacios en los que se desarrollará el proceso completo del café a baja escala, desde su recepción en estado seco hasta su preparación y consumo final. El objetivo es brindar a los visitantes una experiencia integral, en la que puedan observar y recorrer cada etapa del proceso productivo del café dentro de las instalaciones.

La instalación eléctrica actual donde se realizará el proyecto lleva en operación más de quince años planteando un riesgo en términos de seguridad, eficiencia energética e incumplimiento las normativas vigentes, además, la estructura eléctrica actual no responde con la capacidad energética requerida para el desarrollo del proyecto, teniendo como punto de conexión en baja tensión una red abierta con capacidad máxima de 16 kVA y sistemas de medición directo anticuado.

Debido a las necesidades de la Fundación Nacional de Cafeteros para ejecutar de manera óptima sus procesos de producción en el Centro de Experiencia Regional del Café, se requiere diseñar el sistema de distribución eléctrica para un complejo comercial e industrial contemplando un aumento de carga.

El enfoque de esta práctica, desarrollada en la empresa CM Ingeniería y Consultoría S.A.S. en colaboración con la Fundación Nacional de Cafeteros, se centra en el apoyo profesional para un proyecto orientado a la creación de un Centro de Experiencia Regional del Café. El proyecto busca desarrollar el diseño eléctrico buscando una solución eficiente y segura para el suministro de energía.

## **1. Objetivos**

En la presente sección se desarrollarán los objetivos para dirigir y orientar el proyecto en el cual se desea realizar, diseño del sistema eléctrico del proyecto industrial y comercial "Centro de experiencia regional del café" de la fundación nacional de cafeteros, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa (NTC 2050) y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas vigentes en Colombia (RETIE).

### **1.1 Objetivo General**

Realizar el diseño del sistema eléctrico del proyecto industrial y comercial "Centro de Experiencia Regional del Café" de la Fundación Nacional de Cafeteros, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa y reglamento eléctrico vigente en Colombia, asegurando seguridad y eficiencia energética.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Diseñar los sistemas de distribución eléctrica en baja tensión (BT) y media tensión (MT), contemplando el dimensionamiento desde el punto de conexión en el circuito externo del operador de red hasta la subestación interna.

Elaborar los diseños eléctrico y fotométrico de la instalación interna, garantizando el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la NTC 2050, el RETIE y el RETILAP.

Realizar los trámites ante el operador de red ESSA para la aprobación del proyecto.

## **2. CAPITULO 1: Diseño del sistema de distribución eléctrica en baja tensión (BT) y media tensión (MT)**

### **2.1 Descripción general del proyecto**

El proyecto eléctrico objeto del presente trabajo se desarrollará en la dirección calle 17 # 14-48, barrio Gaitán, en la ciudad de Bucaramanga, departamento de Santander. Esta zona se encuentra aproximadamente a 900 m sobre el nivel del mar, condición que influye en el comportamiento térmico y dieléctrico de los equipos eléctricos que serán instalados. Las condiciones climáticas predominantes corresponden a un clima templado, con temperaturas promedio cercanas a 27 °C y una humedad relativa aproximada del 76 %, factores que deben ser considerados en el dimensionamiento de conductores, selección de equipos y condiciones de ventilación de la instalación eléctrica.

Desde el punto de vista geotécnico, el terreno presenta características correspondientes principalmente a suelo tipo limo, con una resistividad aproximada de 100  $\Omega$ m. Este parámetro resulta fundamental para el diseño del sistema de puesta a tierra, ya que determina la configuración de la malla o sistema de electrodos necesarios para garantizar el cumplimiento de los valores de resistencia exigidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

La intervención eléctrica se desarrollará en una bodega de cubierta existente con un área aproximada de 378 m<sup>2</sup>, en la cual se ejecutará una obra civil destinada a la adecuación de un Centro de Experiencia del Café. Dentro de esta estructura se construirá una estructura metálica en acero, cuya función será dividir las diferentes áreas funcionales del proyecto y servir como soporte para parte de la infraestructura. La estructura presenta dos niveles de altura, uno con una

altura aproximada de 4,30 m y otro con una altura máxima cercana a 6 m, dependiendo de la zona funcional.

La distribución espacial del proyecto contempla varias áreas especializadas asociadas al procesamiento, almacenamiento y comercialización del café, así como espacios sociales y áreas técnicas. A continuación, se describen las principales zonas contempladas dentro del diseño del proyecto.

El cuarto de máquinas corresponde al área donde se desarrollará el proceso más complejo de tratamiento del café, desde su estado de grano despulpado y seco hasta su transformación mediante el proceso de tostado. Esta zona posee una altura máxima aproximada de 6 m, con dimensiones de 10,12 m de largo y 9,5 m de ancho, permitiendo la instalación de equipos industriales de procesamiento.

La tolva de tostado corresponde al área donde se realiza el tratamiento final del café previo a su etapa de empaque. En esta zona se ubicarán equipos como molinos de café tostado y máquinas empacadoras, y presenta dimensiones aproximadas de 4,30 m de altura, 6,30 m de largo y 4,45 m de ancho.

El área destinada al almacenamiento de café seco será utilizada para guardar el café en su estado inicial de grano despulpado seco, previo a su ingreso al proceso de transformación. Este espacio cuenta con dimensiones aproximadas de 4,30 m de altura, 10 m de largo y 4,2 m de ancho.

La zona de descarga corresponde al área destinada a la recepción del café en grano. Esta zona facilita el acceso del personal encargado de la descarga del producto y su traslado hacia la zona de almacenamiento. Las dimensiones aproximadas de este espacio son 4,30 m de altura, 7,5 m de largo y 5 m de ancho.

El proyecto también contempla espacios destinados a la interacción social y experiencia del visitante. La zona social principal está diseñada para albergar cuatro mesas de catación, donde los visitantes podrán realizar actividades de degustación e interacción. Este espacio presenta dimensiones aproximadas de 4,30 m de altura, 15 m de largo y 8 m de ancho.

De manera complementaria, la zona social secundaria corresponde a un espacio tipo barra con cuatro puestos estilo bar, en el cual se brindará atención al público mediante el servicio de cafetería y se ofrecerán productos relacionados con el centro de experiencia. Las dimensiones de esta área son 4,30 m de altura, 7,5 m de largo y 5,2 m de ancho.

Otra área fundamental del proceso productivo corresponde a la zona de empaque y alistamiento, donde el café procesado es preparado en sus diferentes presentaciones comerciales antes de su entrega al cliente final. Este espacio presenta dimensiones aproximadas de 4,30 m de altura, 8,30 m de largo y 4,45 m de ancho.

Asimismo, el proyecto contempla una zona de archivo, destinada al almacenamiento de documentación administrativa asociada a los procesos de la Federación Nacional de Cafeteros. Este espacio se destina exclusivamente para almacenamiento documental y presenta dimensiones de 4,30 m de altura, 10 m de largo y 5,2 m de ancho.

Desde el punto de vista de la infraestructura eléctrica, el proyecto incluye un área destinada a la subestación eléctrica, en la cual se instalarán el transformador de potencia, las celdas de media tensión y el punto de conexión de la acometida principal que alimentará el sistema eléctrico de la instalación. Para esta zona se han considerado las distancias mínimas de seguridad establecidas en la NTC 2050 y en el RETIE, definiéndose un espacio con dimensiones aproximadas de 3 m de altura, 5,8 m de largo y 2,4 m de ancho.

Adicionalmente, se dispone de una zona destinada al tablero general de baja tensión (TGBT), el cual funcionará como punto central de distribución de la energía eléctrica hacia los diferentes tableros derivados ubicados en cada una de las áreas del proyecto. La ubicación de este tablero se ha seleccionado estratégicamente de manera equidistante respecto a las diferentes zonas del proyecto, permitiendo optimizar la distribución de circuitos y minimizar caídas de tensión. Las dimensiones de esta área corresponden aproximadamente a 4,30 m de altura, 2,8 m de largo y 1,80 m de ancho, cumpliendo con los espacios de trabajo y mantenimiento establecidos en la normativa eléctrica vigente.

Desde el punto de vista del suministro de energía, el proyecto se encuentra próximo a una red de distribución eléctrica en media tensión de 13,2 kV, perteneciente al operador de red ESSA (Electrificadora de Santander). Esta condición permite plantear una conexión del suministro eléctrico mediante una acometida en media tensión, la cual será transformada posteriormente para alimentar las cargas del proyecto en baja tensión con un nivel de 220/120 V, adecuado para el funcionamiento de los equipos industriales, sistemas de iluminación, equipos de procesamiento y demás cargas eléctricas asociadas al centro de experiencia del café.

## **2.2 Marco normativo aplicable**

El diseño de instalaciones eléctricas debe desarrollarse bajo el cumplimiento de los reglamentos técnicos y normas vigentes en Colombia, con el propósito de garantizar condiciones adecuadas de seguridad para las personas, confiabilidad del sistema eléctrico y calidad del servicio de energía. En este contexto, el diseño eléctrico del presente proyecto se fundamenta en la aplicación de los lineamientos establecidos en la normativa nacional vigente, así como en las

especificaciones técnicas definidas por el operador de red Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA).

Particularmente, el proyecto contempla la conexión del suministro eléctrico a una red de distribución en media tensión con nivel de 13,2 kV, perteneciente al sistema eléctrico del operador de red. En consecuencia, el diseño debe considerar los criterios técnicos asociados a la construcción de una subestación eléctrica interior, destinada a la transformación del nivel de tensión de media tensión a baja tensión, permitiendo así alimentar las cargas eléctricas del Centro de Experiencia Regional del Café.

En este sentido, el desarrollo del diseño eléctrico se fundamenta principalmente en lo establecido por el **Código Eléctrico Colombiano NTC 2050**, norma técnica que proporciona los criterios para el diseño, instalación y protección de sistemas eléctricos en edificaciones. Esta norma establece lineamientos relacionados con el dimensionamiento de conductores, cálculo de cargas eléctricas, selección de dispositivos de protección, sistemas de canalización y condiciones de instalación de los equipos eléctricos, contribuyendo a garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de las instalaciones (ICONTEC, 2020).

De manera complementaria, el proyecto debe cumplir con las disposiciones establecidas en el **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)**, el cual constituye el marco regulatorio obligatorio en Colombia para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas. Este reglamento tiene como objetivo prevenir riesgos de origen eléctrico que puedan afectar a las personas, los bienes o el medio ambiente, mediante la definición de requisitos técnicos relacionados con distancias de seguridad, sistemas de protección, puesta a tierra, selección de materiales y certificación de las instalaciones eléctricas (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Asimismo, para garantizar la correcta conexión del proyecto al sistema de distribución eléctrica, se deben considerar las normas técnicas propias del **operador de red ESSA**, las cuales establecen criterios específicos para el diseño y construcción de redes de distribución, acometidas eléctricas y subestaciones de transformación. Estas normas técnicas complementan la regulación nacional y permiten asegurar la compatibilidad de las instalaciones del usuario con la infraestructura eléctrica existente.

Dentro de las normas técnicas aplicables del operador de red se encuentran las siguientes:

NTG-02 – Marco general de norma urbana, que establece los lineamientos generales para el diseño y construcción de redes eléctricas en zonas urbanas.

NTR-01 – Redes aéreas de media tensión, que define los criterios técnicos para el diseño, construcción y mantenimiento de redes aéreas de distribución.

NTR-02 – Redes subterráneas de media tensión – aspectos eléctricos, que establece las especificaciones técnicas para la implementación de redes subterráneas de distribución eléctrica.

NTM-01 – Acometidas de media tensión, que regula las condiciones técnicas para la conexión de usuarios al sistema de distribución en media tensión.

RA8-070 – Selección y conexión de equipos de medida de energía eléctrica, norma que define los requisitos técnicos para la instalación de sistemas de medición de energía eléctrica.

NTT-03 – Transformadores tipo interior, la cual establece las condiciones técnicas para la instalación de transformadores de distribución en subestaciones interiores.

NT-06 – Distancias de seguridad en redes de distribución, que determina las separaciones mínimas requeridas para garantizar condiciones seguras de operación.

La aplicación conjunta de estas normas y reglamentos permite estructurar un diseño eléctrico que cumpla con los requisitos técnicos exigidos por la normativa vigente y por el operador de red, garantizando que la instalación eléctrica del Centro de Experiencia Regional del Café opere bajo condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad y eficiencia energética.

### 2.3 Levantamiento de información técnica

El levantamiento de información técnica constituye una etapa fundamental dentro del proceso de diseño de una instalación eléctrica, ya que permite identificar, caracterizar y organizar las cargas eléctricas que conformarán el sistema de distribución del proyecto. Esta fase tiene como objetivo recopilar información técnica sobre los equipos eléctricos que serán instalados, así como sus requerimientos energéticos y condiciones de operación, lo cual permite establecer una base adecuada para el cálculo de la demanda eléctrica de la instalación y la posible proyección de cargas futuras.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó socialización técnica con el interventor y el propietario del proyecto, con el propósito de identificar las cargas eléctricas asociadas a las diferentes áreas que conforman el **Centro de Experiencia Regional del Café**. Durante este proceso se analizaron las características eléctricas de los equipos que serán instalados en el **cuarto de máquinas y en las diferentes zonas funcionales del proyecto**, teniendo en cuenta su potencia, nivel de tensión de alimentación, número de fases y condiciones de operación.

A partir de esta información se identificaron inicialmente las **cargas industriales asociadas al proceso de transformación del café**, las cuales corresponden principalmente a los equipos utilizados en las etapas de tostado, molienda y procesamiento del producto. La caracterización técnica de estas cargas se presenta en el **Apéndice B (Cargas industriales)**,

donde se incluyen parámetros como la descripción del equipo, potencia nominal, nivel de tensión de alimentación, número de fases y altura aproximada del punto de conexión.

De igual manera, durante el levantamiento de información se identificaron las cargas correspondientes a las áreas destinadas a **atención al público y servicios generales**, tales como las zonas sociales y área de cafetería. En estas áreas se contemplan principalmente sistemas de iluminación, tomacorrientes en niveles de tensión de **120 V y 220 V**, equipos de climatización y equipos eléctricos de apoyo para el desarrollo de las actividades comerciales y de servicio.

Con base en la información recopilada se elaboró el **cuadro de cargas del proyecto**, el cual se presenta en el **Apéndice A (Cuadro de cargas)**. En este documento se relacionan los diferentes equipos eléctricos asociados a cada una de las zonas del proyecto, indicando su potencia nominal, nivel de tensión de operación, número de fases, cantidad de equipos y el tablero eléctrico al cual se conectará cada carga. Esta información constituye el punto de partida para el cálculo de la carga total instalada y la determinación de la demanda eléctrica del sistema.

Finalmente, durante el proceso de levantamiento de información se definió la ubicación del **tablero general de baja tensión** y de tres tableros derivados que permitirán distribuir la energía eléctrica hacia las diferentes zonas del proyecto. Estos corresponden al **tablero de servicios generales (TB-SERVICIOS)**, destinado a la alimentación de iluminación, tomacorrientes y sistemas de climatización; tablero de **centro de control de motores (TB-CCM)**, encargado de alimentar los equipos industriales del proceso productivo; y a un **tablero independiente para el área de archivo (TB-ARCHIVO)**, donde se alimentarán los circuitos de iluminación y tomacorrientes de esta zona de archivo.

## 2.4 Cálculo de carga instalada y demanda proyectada

Una vez recopilada la información correspondiente a las cargas eléctricas asociadas a los procesos industriales, sistemas de climatización y servicios generales del proyecto, se procedió a realizar el cálculo de la **carga total instalada y la demanda eléctrica proyectada** del sistema. La información técnica fue suministrada por el cliente y posteriormente validada mediante procesos de socialización técnica, en los cuales se analizaron los requerimientos energéticos de las diferentes zonas que conforman el **Centro de Experiencia Regional del Café**. A partir de esta información se consolidaron las cargas eléctricas identificadas en el **Apéndice A (Cuadro de cargas)**, donde se relacionan los equipos eléctricos previstos para cada área del proyecto.

Durante el análisis se identificaron diferentes tipos de carga dentro de la instalación. En primer lugar, se encuentran las **cargas industriales asociadas al proceso de transformación del café**, correspondientes principalmente a los equipos ubicados en el área de procesamiento y asignados al **tablero del Centro de Control de Motores (TB-CCM)**. De igual manera, se identificaron cargas correspondientes a **iluminación, tomacorrientes de uso general, equipos de climatización y equipos auxiliares**, las cuales fueron asignadas al **tablero de servicios generales (TB-SERVICIOS)**. Adicionalmente, se definió un tablero independiente destinado a alimentar los circuitos de iluminación y tomacorrientes del área de archivo.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el **Código Eléctrico Colombiano NTC 2050** y las normas técnicas del operador de red **ESSA**, particularmente la **NTG-02 – Marco general de norma urbana**, el cálculo de la demanda eléctrica considera que no todas las cargas operan simultáneamente a su máxima capacidad. Por esta razón, durante el proceso de análisis se aplicaron **factores de demanda apropiados según el tipo de carga** según **tabla 1** (Factores de

demanda), lo cual permite obtener una estimación más realista de la potencia requerida durante las condiciones normales de operación del sistema eléctrico.

Finalmente, los resultados obtenidos a partir del cálculo de la **carga instalada y la demanda proyectada** permiten definir los parámetros técnicos necesarios para el adecuado dimensionamiento de los principales componentes del sistema eléctrico. Como se evidencia en la **Tabla 1 (Demanda proyectada)**, se presentan los valores calculados que sirven como base para la selección de elementos fundamentales del sistema, tales como el **transformador de potencia, los alimentadores principales, los dispositivos de protección y los tableros de distribución**. El desarrollo detallado de estos cálculos se presenta en el **Apéndice C (Memoria de cálculos de diseño detallado)**, donde se documentan los procedimientos empleados, los criterios de diseño aplicados y las consideraciones técnicas utilizadas para el desarrollo del diseño eléctrico del

### Figura 1.

*Factores de demanda del proyecto.*

Descripción	Carga (VA)	Factor de demanda (%)
<b>Residencial</b>		
Estratos 1 y 2	Carga apartamento mayor potencia	100
	Resto	50
Estratos 3 y 4	Carga apartamento mayor potencia	100
	Resto	40
Estrato 5 y 6	Carga apartamento mayor potencia	100
	Resto	30
Carga áreas comunes	Motores	100
	Resto	60
<b>Comercial</b>		
Tomas comunes	Primeros 5000	100
	Sobre 5000	50
Alumbrado	Primeros 50000	100
	Sobre 50000	50
Cargas especiales y áreas comunes	Total	100
Industrial	Según proyecto en particular	

*Nota.* Adaptada de la norma ESSA NTG-02. Se trae a colación las cargas residenciales y comerciales y el factor de demanda.

**Tabla 1.***Demanda proyectada.*

<b>Cálculo de demanda estimada TB general</b>			
Descripción	KV <sub>a</sub>	Factor de demanda %	Total
			KVA
<b>Alimentación TB-CCM</b>			
Alimentación TB-CCM	19,24	100	19,24
<b>Alimentación TB-servicios</b>			
Carga de iluminación	2,59	100	2,59
Carga de tomacorrientes	6,3	Primeros 5 KVA al 100% sobre 5kva 50%	5,65
Carga de AA	16,6	100	16,6
<b>Alimentación TB-archivos</b>			
alimentación TB-archivos	2,4	100	2,4
<b>Alimentación TB-general</b>			
Circuitos especial	24,13	100	24,13
<b>Total, demanda proyectada =</b>			70,6

*Nota.* Tabla que representa el cálculo de una demanda de baja tensión con cargas respectivas y la demanda que se proyecta al finalizar el proyecto.

## 2.5 Diseño detallado según RETIE

Definidos los cálculos de la carga instalada y la demanda proyectada del sistema eléctrico, se establece el punto de partida para el desarrollo del diseño eléctrico tanto en baja tensión (BT) como en media tensión (MT). El diseño en baja tensión contempla la alimentación de las diferentes cargas identificadas en el cuadro de cargas, las cuales operarán a un nivel de tensión de 220/120 V, permitiendo suministrar energía a los equipos industriales, sistemas de

iluminación, tomacorrientes de uso general y demás servicios requeridos por las diferentes zonas del Centro de Experiencia Regional del Café.

De manera complementaria, se desarrolla el diseño del sistema de media tensión, considerando que el proyecto cuenta con disponibilidad de conexión a un circuito de distribución de 13,2 kV perteneciente al operador de red Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA). Con base en el valor de la demanda proyectada se establecen los criterios técnicos necesarios para la conexión de la instalación eléctrica a la red de distribución, así como para la selección de los equipos asociados al sistema de transformación y alimentación del proyecto.

El desarrollo de estos diseños se realiza considerando los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual define los requisitos técnicos mínimos que deben cumplirse durante las etapas de diseño, construcción y operación de las instalaciones eléctricas, con el propósito de garantizar condiciones adecuadas de seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Con el fin de verificar el cumplimiento de estos lineamientos, se establece una relación de los aspectos técnicos exigidos para el diseño detallado, los cuales se presentan en la Tabla 3 (Ítems de cumplimiento para el diseño detallado según RETIE). El desarrollo y la verificación de cada uno de estos ítems se encuentran documentados en el Apéndice C (Memoria de cálculo de diseño detallado), donde se describen los criterios técnicos y procedimientos utilizados para el desarrollo del diseño eléctrico del proyecto.

**Figura 2.**

*Ítems de cumplimiento para el diseño detallado según RETIE.*

ITEM	DESCRIPCION	APLICA	
		SI	NO
a	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
b	Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.	X	
c	Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.	X	
d	Coordinación de aislamiento eléctrico.	X	
e	Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.	X	
f	Análisis del nivel tensión requerido.	x	
g	Cálculos de campos electromagnéticos.		X
h	Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	X	
i	Sistema de puesta a tierra.	X	
j	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	X	
k	Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente.	X	
l	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.	X	
m	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	X	
n	Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portables y volumen de encerramientos (cajas, conuletas, armarios, etc.)	X	
o	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
p	Cálculos de regulación de tensión.	X	
q	Áreas clasificadas como peligrosas.		X
r	Diagramas unifilares.	X	
s	Planos eléctricos para construcción.	X	
t	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
u	Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.	X	
v	Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.		X
w	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		X
x	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.		X

*Nota.* Representa el paso a paso realizado durante el desarrollo del proyecto del café, describiendo las actividades ejecutadas desde la planeación inicial hasta la obtención de los resultados finales.

### ***2.5.1 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos (aplica)***

Durante el desarrollo del diseño eléctrico del Centro de Experiencia Regional del Café se evaluaron los posibles riesgos de origen eléctrico asociados a la operación de la instalación, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Estableciendo que toda instalación eléctrica conlleva la presencia de riesgos eléctricos, por lo que resulta necesario identificarlos desde la etapa de diseño con el fin de implementar medidas que permitan reducir la probabilidad de accidentes y garantizar condiciones seguras para las personas y los equipos.

Considerando que el control permanente de todos los riesgos no siempre es posible, el análisis se enfocó en los factores que presentan mayor probabilidad de generar incidentes eléctricos. En este sentido, se contemplaron medidas de mitigación como la adecuada selección de dispositivos de protección, el diseño del sistema de puesta a tierra, la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) y el cumplimiento de las disposiciones técnicas establecidas en la normativa vigente. El desarrollo detallado de este análisis y las medidas implementadas se presentan en el Apéndice C (Memoria de cálculos), específicamente en el apartado correspondiente al análisis de riesgos de origen eléctrico.

### ***2.5.2 Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección. (Aplica)***

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), durante la etapa de diseño se debe evaluar la posible presencia de riesgos asociados a descargas eléctricas atmosféricas. Para el caso del Centro de Experiencia Regional del Café, no se identificaron condiciones que representen un riesgo significativo por este tipo de eventos,

debido a que la instalación eléctrica se desarrolla al interior de una edificación existente ubicada dentro de una bodega que no presenta alturas significativas ni condiciones estructurales que incrementen la probabilidad de impacto directo de rayos. No obstante, el diseño eléctrico contempla medidas de protección complementarias, tales como la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) y la implementación de un sistema de puesta a tierra, con el fin de mitigar posibles efectos derivados de transitorios eléctricos en la instalación.

### ***2.5.3 Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos. (aplica)***

Durante el desarrollo del proyecto se realizó el análisis de las cargas iniciales suministradas por el interventor y aquellas identificadas en las diferentes zonas que conforman el Centro de Experiencia Regional del Café. Para este análisis se consideraron las cargas asociadas a los procesos industriales, sistemas de iluminación, tomacorrientes de uso general, equipos de climatización y demás equipos auxiliares necesarios para el funcionamiento de la instalación, así como la posible incorporación de cargas futuras que puedan presentarse durante la operación del proyecto. A partir de esta información se determinó la carga instalada y la demanda proyectada, parámetros que constituyen la base para el dimensionamiento de los principales componentes del sistema eléctrico.

De manera complementaria, se evaluó el factor de potencia de los equipos previstos en la instalación y la posible presencia de cargas no lineales, las cuales pueden generar distorsión armónica y afectar la calidad de la energía eléctrica del sistema. Este análisis permitió establecer criterios adecuados para el diseño del sistema de distribución, garantizando condiciones apropiadas de operación, eficiencia energética y confiabilidad en el suministro eléctrico. El

desarrollo detallado de estos cálculos y consideraciones técnicas se presenta en el Apéndice A (Cuadro de Cargas), específicamente en el apartado correspondiente al análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

#### ***2.5.4 Coordinación de aislamiento eléctrico. (Aplica)***

Considerando que el proyecto contempla el diseño del sistema eléctrico en media tensión a un nivel de 13,2 kV y en baja tensión a 220 V, se realizó el análisis de coordinación de aislamiento eléctrico con el fin de garantizar que los equipos y componentes del sistema puedan soportar adecuadamente los niveles de tensión presentes durante condiciones normales de operación.

Este análisis se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos por el operador de red Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA) y siguiendo los criterios definidos en la Guía Metodológica para la Coordinación de Aislamiento en Redes de Distribución (GM-03), la cual establece los procedimientos técnicos para la correcta selección de niveles de aislamiento y dispositivos de protección en sistemas de distribución eléctrica. Los cálculos y verificaciones correspondientes se presentan en el Apéndice C (Memoria de cálculos), específicamente en el apartado d) Coordinación de aislamiento eléctrico, donde se documentan los criterios técnicos utilizados para garantizar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico proyectado.

#### ***2.5.5 Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra. (no aplica)***

Para el desarrollo del proyecto no se tienen contemplado realizar estudio detallado de fallas, considerando que la instalación corresponde a un sistema de bajo riesgo operativo, además se garantiza la seguridad mediante la selección adecuada de protecciones conforme a la

normativa colombiana vigente, adicional el operador de red ESSA nos brinda la corriente de corto circuito en el punto de conexión de afloramiento del proyecto eléctrico.

#### ***2.5.6 Análisis del nivel tensión requerido (no aplica)***

No se requiere este análisis debido a que el nivel de tensión del proyecto ya se encuentra establecido en su punto de conexión por el operador de red y las condiciones y necesidades eléctricas de las cargas contempladas en el proyecto.

#### ***2.5.7 Cálculos de campos electromagnéticos (no aplica)***

Debido a las características de la instalación y los niveles de tensión involucrados, no se pronostica una exposición relevante a campos electromagnéticos que requiera evaluación detallada.

#### ***2.5.8 Cálculo de transformadores (armónicos y FP). (Aplica)***

Se realiza dimensionamiento del transformador teniendo en cuenta el comportamiento de las cargas, incluyendo efectos de armónicos y factores de potencia, garantizando una adecuada eficiencia y operación de la instalación eléctrica. Los cálculos del dimensionamiento del transformado de puede observar en el A Apéndice C (memoria de cálculos ítem h).

#### ***2.5.9 Sistema de puesta a tierra – (Aplica)***

El diseño del sistema de puesta de puesta tierra es sumamente importante para la protección del personal, equipos y disipación de corrientes de falla, cumpliendo los lineamientos

establecidos en el RETIE, el dimensionamiento del sistema puesta tierra se encuentra en el Apéndice C (memoria de cálculos ítem i).

#### **2.5.10 Cálculo económico de conductores – (Aplica)**

Se evalúa para optimizar la selección de conductores considerando pérdidas de energía y costos operativos, asegurando eficiencia técnica y económica del sistema, el cálculo económico del conductor se encuentra en el Apéndice D (Calculo SPT).

#### **2.5.11 Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente – (no aplica)**

No se realiza bajo este enfoque normativo específico, ya que el proyecto no requiere estudios avanzados de cortocircuito para dimensionamiento de conductores.

#### **2.5.12 Cálculo mecánico de estructuras – (No aplica)**

Para el proyecto no aplica el cálculo mecánico de estructuras, ya que el proyecto no involucra nuevas líneas de media tensión aéreas, y se realizara la conexión y afloramiento del circuito de media tensión subterráneo en estructuras existentes.

#### **2.5.13 Coordinación de protecciones – (Aplica)**

Se desarrolla para garantizar una adecuada protección tanto de cargas y conductores, garantizando la continuidad del servicio y seguridad de la instalación, la selección de las protecciones se encuentra en el Apéndice C (memoria de cálculos ítem s).

#### **2.5.14 Cálculos de canalizaciones – (Aplica)**

Para el proyecto se calcula el porcentaje de ocupación de los ductos según lo establece la normativa colombiana vigente, asegurando que los ductos, bandejas y bajantes cumplan los límites de ocupación permitidos. Para más detalle los cálculos de canalizaciones se encuentran en el Apéndice F (Calculo de canalizaciones y disponibilidad)

#### **2.5.15 Cálculo de pérdidas de energía– (Aplica)**

Se evalúa la pérdida de energía en conductores, este análisis es de vital importancia para garantizar el rendimiento óptimo de los conductores y la calidad de la energía presente en la instalación, el cálculo económico del conductor se encuentra en el Apéndice E (Cuadro de regulación y pérdidas).

#### **2.5.16 Regulación de tensión – (Aplica)**

Se realiza cálculo de regulación de tensión con el fin de garantizar que los niveles de tensión se mantengan dentro de los rangos permisible durante la operación del sistema eléctrico, se analizara la alimentación de los equipos y servicios generales tramo a tramo evaluando que las caídas de tensión no afecten la operación optima de las cargas, para mayor detalle revisar Apéndice E (Cuadro de regulación y pérdidas).

#### **2.5.17 Áreas clasificadas como peligrosas – (No aplica)**

Este proyecto no se cataloga como un ambiente clasificado como peligroso, debido a que no contiene atmosferas explosivas, inflamables o ambientes especiales que requieran clasificación de áreas.

### ***2.5.18 Diagramas unifilares – (Aplica)***

La elaboración de diagramas unifilares es necesaria para la correcta ejecución del proyecto, detallando la configuración del sistema eléctrico y el conexionado de los equipos, así mismo facilitando la interpretación del diseño para el personal técnico. La visualización de los planos unifilares se encuentra en el Apéndice G (Diagramas unifilares)

### ***2.5.19 Planos eléctricos para construcción – (Aplica)***

Se realizaron planos eléctricos constructivos con especificaciones detalladas permitiendo al personal técnico la correcta construcción de la instalación eléctrica. Incluyendo rutas de canalización, ubicación de equipos, acometidas de alimentación, especificación de materiales facilitando la supervisión y ejecución del proyecto. los planos constructivos de la instalación se encuentran en el Apéndice H (Planos eléctricos constructivos).

### ***2.5.20 Especificaciones técnicas – (Aplica)***

Se definen las características de los equipos los según las especificaciones técnicas, estos deben ser nuevos y validados por el interfecto del proyecto, adicional las características de los materiales que se deben utilizar en cada área especificada considerando aspectos eléctricos, mecánicos y ambientales, las especificaciones técnicas de los materiales para la correcta están especificadas en los planos eléctricos constructivos en el Apéndice H (Planos eléctricos constructivos).

**2.5.21 Distancias de seguridad – (Aplica)**

Las distancias de seguridad serán las establecidas en el reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE) en su título 10 “Distancias de seguridad”, se debe cumplir al menos que se considere una desviación en el momento de la construcción que el constructor crea necesaria y pueda justificar. las distancias de seguridad se encuentran especificadas en los planos eléctricos constructivos en el Apéndice C (memoria de cálculos ítem s)

**2.5.22 Justificación de desviaciones técnicas – (No aplica)**

Los lineamientos establecidos cumplen específicamente los estable en la normativa colombiana vigente RETIE Y NTC 2050 cumpliendo con los criterios técnicos exigidos, garantizando la coherencia y cumplimiento regulatoria para la construcción de una instalación eléctrica.

**2.5.23 Estudios adicionales – (No aplica)**

No se requieren estudios adicionales como análisis sísmicos, acústicos o térmicos, debido a la naturaleza y alcance del proyecto. en la instalación no existen factores externos que demanden este tipo de análisis.

**2.5.24 Equipos de generación de energía (No aplica)**

La instalación eléctrica no requiere de planta eléctrica de equipo de generación de energía auxiliar debido a que no contiene cargas esenciales o críticas que establecer respaldo obligatorio de energía eléctrica.

### **3. Capítulo 2: Diseño fotométrico del centro de experiencia regional del café**

#### **3.1 Estudio del proyecto**

El Centro de Experiencia Regional del Café contempla una distribución funcional que integra áreas de producción, zonas de almacenamiento, espacios sociales y servicios sanitarios, cada una con condiciones operativas y requerimientos específicos. En este contexto, se desarrolla un análisis detallado del sistema de iluminación, considerando las características de cada ambiente y su uso previsto.

Dicho estudio se orienta a garantizar que los niveles de iluminancia cumplan con los criterios técnicos establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). De esta manera, se asegura un adecuado desempeño de las actividades, condiciones de seguridad para los usuarios y eficiencia en todas las zonas del proyecto.

#### **3.2 Determinación de Áreas**

Para el desarrollo del diseño de iluminación del Centro de Experiencia Regional del Café, fue necesario identificar y organizar los distintos espacios que componen la edificación, teniendo en cuenta el tipo de actividad que se realiza en cada uno y las condiciones propias de operación.

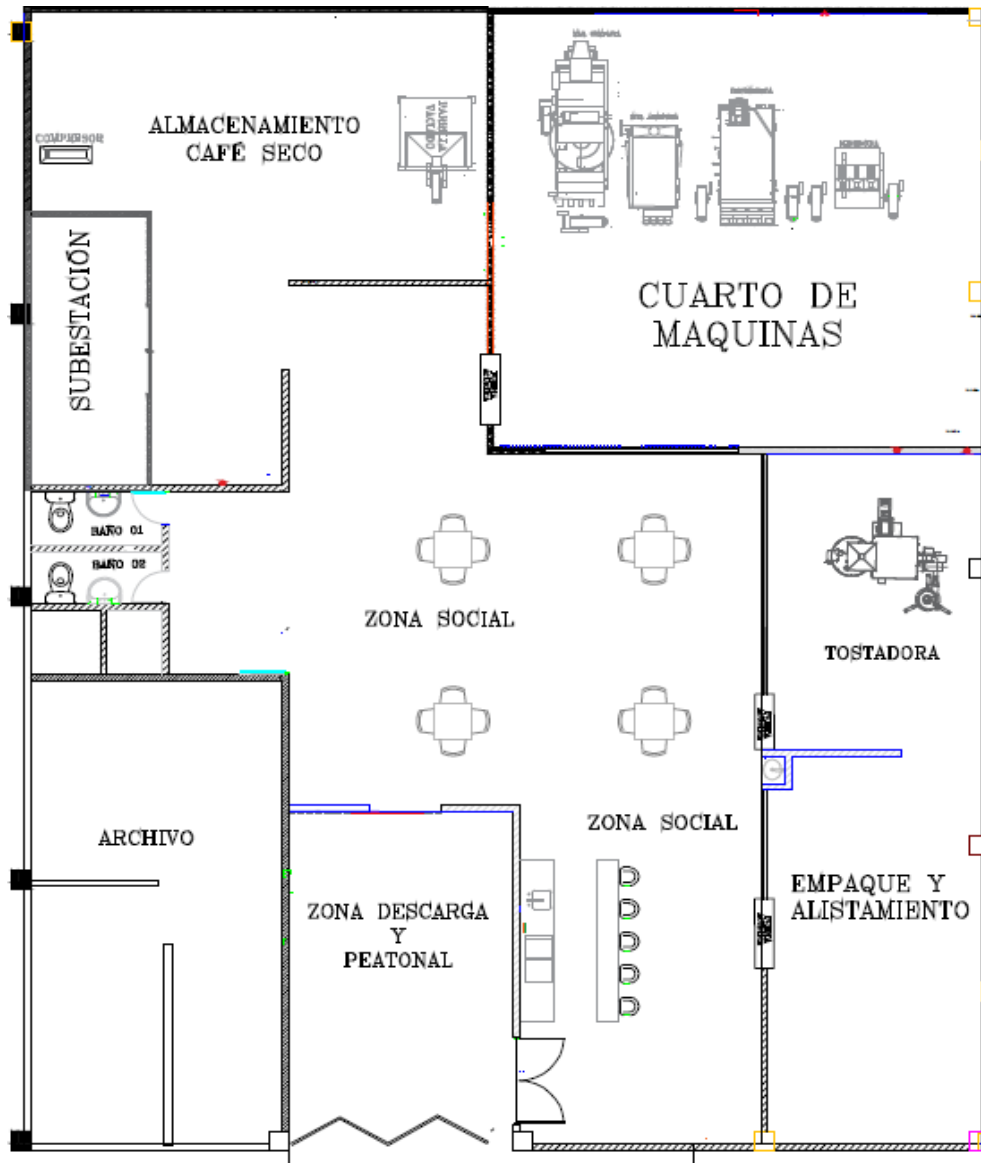
Esta diferenciación permite establecer criterios de iluminación acordes a cada ambiente, facilitando la aplicación de los requerimientos técnicos definidos en el RETILAP y asegurando condiciones adecuadas para el desempeño de las labores.

A partir de lo anterior, el proyecto se estructura en las siguientes áreas funcionales.

**Tabla 2.***Descripción de zonas.*

#	Área	Descripción de Actividad
1	cuarto de máquinas	Se realiza el proceso de tostado del café
2	Almacenamiento de café seco	Es donde se tienen los bancos de reserva para realizar el proceso de producción del café Contiene el transformador y las celdas de protección y remonte es un área restringida al personal no capacitado
3	Subestación Eléctrica	
4	zona de TB-General	En esta zona se ubica el tablero General de distribución
5	Zona social 01	En esta área se ubican las mesas de consumo de productos con 4 puestos aproximados
6	Zona social 02	Consta de sillas para el descanso y tomas de café
7	Zona de descarga	Se realiza el descargue e ingreso de las cargas de café
8	Tolva de tostado	Zona de trabajo donde se realiza el tostado del café
9	Empaque y alistamiento	Se realiza el alistamiento de la etapa final del café
10	Zona de archivo	Espacio donde se archivas documentos contables y libros de los procesos administrativos
11	baños	Zona de servicios

*Nota.* En esta tabla se describe las zonas con las que cuenta la bodega y su descripción de las actividades realizadas den cada espacio.

**Figura 3.***Zonas del proyecto*

*Nota.* Esta organización permite abordar de manera puntual el análisis fotométrico, ajustando los niveles de iluminación a las necesidades específicas de cada espacio.

### 3.2 Presentación de luminarias

Para el desarrollo del diseño de iluminación, se realizó la selección de las luminarias teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada una de las áreas definidas en el proyecto. Esta selección no solo considera aspectos técnicos como el flujo luminoso y la potencia, sino también factores relacionados con el uso del espacio, la altura de instalación y las condiciones ambientales presentes en cada zona.

Las luminarias seleccionadas se encuentran organizadas y distribuidas dentro del informe técnico desarrollado en el software DIALux, donde se modelan las condiciones reales de cada área y se verifican los niveles de iluminancia requeridos. Esta herramienta permite validar el cumplimiento de los criterios establecidos en el RETILAP y asegurar que el diseño propuesto responde adecuadamente a las necesidades del proyecto.

A continuación, se presentan las luminarias consideradas en el diseño.

#### Figura 4.

*Led zonas sociales y baños.*

LED Panel  
LED PANEL RD 24W DL 100-277V  
P24339

---



*Nota.* Adatado de la ficha técnica de luminarias.

**Figura 5.**

*Luminaria led zona almacén de café seco.*

**LED Reflector**  
*LED REFLECTOR JETA 100W DL ST*  
**P29573**

---



*Nota.* Adatado de la ficha técnica de iluminarias.

**Figura 6.**

*Luminaria led zonas de trabajo.*

**LED Hermética**  
*LED TRIPROOF LITE 50W DL IP66*  
**P27118**

---



*Nota.* Adatado de la ficha técnica de iluminarias

### **.3 Diseño detallado según RETILAP**

El diseño de iluminación se desarrolla con base en los criterios establecidos en el RETILAP, considerando las condiciones y el uso de cada área para garantizar niveles adecuados de iluminación. Para la validación del diseño se emplea la herramienta de simulación DIALux Evo 13.2, la cual permite verificar el cumplimiento de los parámetros exigidos por la normativa. Ver resultados de simulación en Anexo J (Informa DIALux evo 13.2). El detalle del diseño, junto con las especificaciones y resultados obtenidos, se presenta en el Apéndice I (Informe fotométrico RETILAP).

### **4. Capítulo 3: Trámites ante el operador de red ESSA para la aprobación del proyecto**

Para la ejecución del proyecto eléctrico es necesario adelantar los trámites exigidos por el operador de red ESSA, los cuales permiten validar la viabilidad de conexión y el cumplimiento de las condiciones técnicas. Este proceso no solo garantiza que el diseño se ajuste a la normativa vigente, sino que también asegura la adecuada integración de la instalación al sistema de distribución existente.

El desarrollo de estos procedimientos permite contar con un respaldo técnico y normativo para la puesta en servicio de la instalación, asegurando que su operación se realice bajo criterios de seguridad, confiabilidad y conformidad con los lineamientos establecidos por ESSA.

El desarrollo de la ingeniería eléctrica y la gestión de trámites ante el operador de red fueron ejecutados bajo la supervisión y firma del ingeniero Carlos Andrés Medina, quien otorgó

la autorización para la presentación y revisión del proyecto. Dicho soporte documental se evidencia en el Apéndice O. Autorización para presentación de diseño.

#### 4.1 Solicitud del servicio

Para determinar el tipo de conexión requerido ante el operador de red, se analizan las condiciones actuales del proyecto, considerando las siguientes preguntas:

1. ¿El predio cuenta con un servicio de energía existente?

Respuesta: Sí.

2. ¿La instalación requiere retiro de sellos?

Respuesta: Sí.

3. ¿La instalación requiere el montaje de un transformador?

Respuesta: Sí.

Con base en las condiciones identificadas, el trámite correspondiente es reforma eléctrica con conexión compleja, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el operador de red. Esta clasificación se presenta cuando el proyecto presenta características particulares que implican la solicitud de factibilidad por un estado de análisis.

Entre las condiciones que conducen a este tipo de conexión se encuentran los casos en los que se realizan instalaciones o modificaciones en baja tensión con más de doce cuentas asociadas, cuando el diseño contempla la incorporación de un transformador, cuando la capacidad instalada supera los 30 KVA en zona urbana o 15 KVA en zona rural, o cuando la extensión de redes de baja tensión excede los 30 metros. Estos criterios permiten definir el alcance del proyecto y el tipo de trámite requerido para su aprobación.

## 4.2 Requisitos para solicitud de conexión

Para la solicitud del servicio por parte del cliente, es necesario realizar el proceso de factibilidad por análisis ante el operador de red. Este procedimiento requiere el diligenciamiento de los formatos indicados y la presentación de la documentación correspondiente.

En este sentido, se deben adjuntar los siguientes documentos obligatorios, permitiendo dar inicio al proceso de revisión por parte del operador de red:

Documento de identificación de propietario o representante legal

Certificado de tradición y libertad del predio

Formato de autorización de canales de contactos Apéndice k (formato FPSAC127 autorización de canales de contacto).

Formato de solicitud del servicio Apéndice J (Formato El formato de solicitud del servicio).

## 4.3 Requisitos condicionales

Rut

Boletín de nomenclatura o factura de otro servicio de valide la dirección del predio

Autorización del propietario en caso del que el solicitante no sea el mismo propietario (Carta firmada por las dos partes)

Matricula del electricista

Comunicado de elección del comercializador diferentes a ESSA.

Plano de localización zona rural.

Tener presente que en el operador de red respeta los lineamientos establecidos en el POT (plan de ordenamiento territorial) para la solicitud del servicio.

#### **4.4 Medios de solicitud de conexión compleja y tiempos de respuesta**

El proceso de solicitud de conexión compleja ante el operador de red ESSA puede realizarse a través de medios virtuales. Este trámite se gestiona mediante la plataforma dispuesta por la electrificadora en su página web o a través del buzón de conexiones, enviando la documentación requerida al correo electrónico [conexiones@essa.com.co](mailto:conexiones@essa.com.co).

Estos canales permiten la radicación formal de la solicitud, facilitando la revisión de los requisitos y el seguimiento del proceso por parte del operador de red.

Una vez radicada la solicitud de conexión, la cual constituye la etapa inicial del proceso y es responsabilidad directa del solicitante, se da inicio al periodo de evaluación por parte del operador de red. De acuerdo con lo establecido en el Artículo 27 de la Resolución CREG 156 de 2011, el tiempo de respuesta corresponde a un plazo máximo de siete (7) días hábiles, contados a partir de la confirmación de recepción de la solicitud a través del correo electrónico registrado.

De manera complementaria, los tiempos asociados al proceso pueden ser consultados en el Apéndice M, correspondiente a las condiciones de prestación del servicio de ESSA, específicamente en la cláusula 15, donde se establecen los plazos relacionados con la factibilidad del punto de conexión ante el operador de red.

#### **4.5 Revisión de diseño**

Una vez se recibe la respuesta de factibilidad aprobada por parte del operador de red, se cuenta con dos documentos principales: el formato E2, en el cual se consignan las observaciones y lineamientos técnicos para la elaboración del proyecto, y el documento de respuesta asociado al mapa de energía, donde se define la información técnica del punto de conexión o afloramiento del circuito de media tensión para la subestación proyectada.

Con base en esta información, se procede al desarrollo del diseño eléctrico, el cual se elabora conforme a la normativa vigente en Colombia, principalmente el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), según la Resolución No. 40117 del 2 de abril de 2024, y la NTC 2050. Asimismo, se tienen en cuenta los lineamientos para la presentación de planos establecidos en la RA8-001 para proyectos eléctricos particulares destinados a la conexión al sistema del operador de red.

Los planos correspondientes al diseño en media tensión, requeridos para su presentación ante el operador de red, se encuentran consignados en el Apéndice H (Planos eléctricos constructivos).

#### **4.6 Requisitos para revisión de diseño**

Para dar inicio al proceso de revisión del proyecto, es requisito contar con una factibilidad aprobada con una vigencia no superior a seis (6) meses. Asimismo, se deben presentar los planos correspondientes al diseño en media tensión propuesto para su evaluación ante el operador de red. Dentro de estos, es necesario incluir en el diagrama unifilar la distribución de cargas del proyecto, con el fin de evidenciar el comportamiento eléctrico de la instalación.

Adicionalmente, se deben consolidar y presentar la totalidad de los documentos obligatorios requeridos para la radicación del proyecto, los cuales se relacionan a continuación:

Revisión de proyectos eléctricos diligenciado. Apéndice N Formato E4

Plano en formato DWF.

Informar número de Factibilidad del servicio de energía eléctrica aprobada y vigente.

Matrícula profesional del diseñador en formato PDF.

Plantilla de cálculos.

Cédula ingeniero diseñador.

#### **4.7 Requisitos condicionales si aplica**

Soporte de pago de revisión del proyecto eléctrico.

Licencia ambiental.

Licencia de construcción.

Plano arquitectónico.

Carta y planos fotométricos.

Licencia de urbanismo.

Autorización de espacio público.

Permiso de antenas.

Soporte de pago de la revisión del diseño.

Se requiere la presentación del plan urbanístico en aquellos proyectos que involucren construcciones nuevas o existentes que ocupen más de un predio, así como en conjuntos residenciales abiertos o cerrados, parcelaciones con desarrollo urbanístico, parques industriales, edificaciones de grandes superficies, centros comerciales, instituciones educativas como colegios o universidades, y proyectos asociados a infraestructura vial.

#### **4.8 Medios de solicitud de revisión de proyecto y tiempos de respuesta**

El proceso de solicitud de revisión de proyecto ante el operador de red ESSA puede realizarse de igual forma de el proceso de solicitud de conexión a través de medios virtuales. Este trámite se gestiona mediante la plataforma dispuesta por la electrificadora en su página web o a través del buzón de conexiones, enviando la documentación requerida al correo electrónico [conexiones@essa.com.co](mailto:conexiones@essa.com.co).

Una vez radicada la solicitud de revisión de proyecto, la cual constituye la etapa inicial del proceso y es responsabilidad directa del solicitante, se da inicio al periodo de evaluación por parte del operador de red. De acuerdo con lo establecido en el Artículo 27 de la Resolución CREG 156 de 2011, el tiempo de respuesta corresponde a un plazo máximo de doce días (12) días hábiles, contados a partir de la confirmación de recepción de la solicitud a través del correo electrónico registrado.

De manera complementaria, los tiempos asociados al proceso pueden ser consultados en el Apéndice M, correspondiente a las condiciones de prestación del servicio de ESSA, específicamente en la cláusula 16, donde se establecen los plazos relacionados de las solicitudes de conexión de carga ante el operador de red.

#### **4.9 Entrega de resultados de revisión de proyecto**

La aprobación de planos corresponde a la etapa en la que el operador de red realiza la verificación técnica del diseño eléctrico presentado, validando que la información cumpla con las condiciones de conexión, seguridad y normativa vigente.

En caso de presentarse observaciones, estas deben ser atendidas y ajustadas en el diseño para su posterior validación. Una vez se cumple con los requerimientos establecidos, el operador de red emite el concepto de aprobación. Los planos aprobados del proyecto se encuentran consignados en el Apéndice Q (Planos Aprobados ESSA).

## Conclusiones

El desarrollo del diseño eléctrico para el complejo comercial “Centro de Experiencia Regional del Café” presenta un desafío gracias a la localización del proyecto, debido a que se encuentra en un entorno urbano donde la infraestructura eléctrica existente presenta un alto nivel de ocupación, lo que implicó mayores consideraciones en el planteamiento del diseño en media tensión (MT), permitiendo presentar una propuesta técnica compacta, alineada con la normativa vigente en Colombia, en particular con el RETIE 2024, la NTC 2050 y los lineamientos establecidos por el operador de red. A partir del estudio de cargas, la selección de equipos y la definición de la infraestructura en media y baja tensión, se planteó un sistema que responde adecuadamente a las condiciones de operación del proyecto, garantizando niveles adecuados de seguridad y confiabilidad.

De igual manera, la incorporación de estudios como la coordinación de aislamiento, el diseño del sistema de puesta a tierra y el componente fotométrico, permitió evaluar el comportamiento integral de la instalación. Estos desarrollos, respaldados en memorias de cálculo y anexos técnicos, aportan sustento al diseño y permiten prever un funcionamiento estable, así como la protección de los equipos y de los usuarios.

Por otra parte, el proceso adelantado ante el operador de red evidenció el cumplir de manera organizada con los requisitos técnicos y documentales exigidos en el diseño de media tensión, resaltando la importancia de la calidad del servicio, la correcta estructuración de los planos y la definición precisa del punto de conexión.

En términos generales, el proyecto cumple con las condiciones requeridas para su ejecución, aportando una base técnica clara que facilita su implementación y asegura un adecuado desempeño en cuanto a operación, seguridad y eficiencia energética.

### Referencias Bibliográficas

Arenas Ardila, J. D., & Uriza Valdivieso, F. S. (2025). Rediseño de la instalación eléctrica y sistema de iluminación del bloque A del edificio CENIVAM ubicado en la sede principal de la Universidad Industrial De Santander. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/46117>

Arévalo Montaña, M. C., & Viasus Mora, C. A. (2020). Diseño de la instalación eléctrica del edificio de la escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, implementando la metodología bim. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/39817> aspectos eléctricos.Essa.<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ntr02%20redes%20subterranas%20de%20media%20tension%20%20aspectos%20electricos.pdf?ver=2024-01-03-111921-547>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2021). Norma técnica general para el mantenimiento de los sistemas de medición del grupo EPM. Essa. [https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ra8070%20norma%20tecnica%20general%20para%20mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20medicion\\_1.pdf?ver=2022-06-29-161828-920](https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ra8070%20norma%20tecnica%20general%20para%20mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20medicion_1.pdf?ver=2022-06-29-161828-920)

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2021). NT-06 Distancias de seguridad en redes de distribución.Essa.<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/nt06%20distancias%20de%20seguridad%20en%20redes%20de%20distribucion.pdf?ver=2023-04-10-144212-687>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2021). NTT-03 Transformador tipo interior. Essa.

<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ntt03%20transformador%20tipo%20interior%20essa.pdf?ver=2023-01-11-164554-080>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2023). NTR-02 Redes subterráneas de media tensión.

Essa.<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ntr02%20redes%20subterraneas%20de%20media%20tension%20-%20aspectos%20electricos.pdf?ver=2024-01-03-111921-547>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2025). NTG-02 Marco general norma urbana. Essa.

<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/ntg02%20marco%20general%20norma%20urbana.pdf?ver=2025-12-24-144200-533>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2026). NTM-01 Acometidas de media tensión.

Essa.<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/NTM01%20Acometidas%20de%20Media%20Tension.pdf?ver=2026-02-13-090639-117>

Electrificadora de Santander S.A -ESSA. (2026). NTR-01 Redes aéreas de media tensión.

Essa.<https://www.essa.com.co/site/Portals/proveedores/NTR01%20Redes%20Aereas%20de%20Media%20Tension.pdf?ver=2026-02-12-064102-647>

Meneses Contreras, J. A., Pacheco Plazas, J. C., & Pita Laverde, S. A. (2023). “Rediseño de las Instalación Eléctricas de la I.E. INEM CUSTODIO GARCÍA ROVIRA de BUCARAMANGA”. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de

Santander.<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/f3531ae7-2955-4ba9-8273b5db5a59dabd/content?fbclid=IwAR1xpXwr6cEl0BGXOBD0gzUq2GX2qYntwYXO1Gw--f81yexwXHPD1xlz228>

Mojica Orozco, C. A., & Rojas Gutiérrez, D. N. (2025). Rediseño para la actualización tecnológica de la iluminación del edificio federico mamitza bayer de la Universidad industrial de Santander. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/46158>

Pico Ardila, C. H. (2025). Diseño de las instalaciones eléctricas del Colegio Cristal Bajo sede B del barrio Provenza de la ciudad de Bucaramanga. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander.<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/44964>

Ramírez Rodríguez, J. C., & Prada Tellez, S. A. (2024). Diseño de la Instalación del Uso Final Del Edificio Dirección Cultural. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander.<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/43970>

Rueda Franco, H. A., & Portilla Guerrero, J. A. (2024). Diseño de las Instalaciones Eléctricas de un Complejo Comercial e Industrial Denominado “CEDI HICAR” para la Empresa CONTECON Aplicando la NTC 2050 Y El RETIE. [Trabajo de grado, Ingeniería eléctrica]. Universidad industrial de Santander.<https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/43967>